

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-185756

(43)Date of publication of application : 06.07.2001

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 11-367727

(71)Applicant : ROHM CO LTD

(22)Date of filing : 24.12.1999

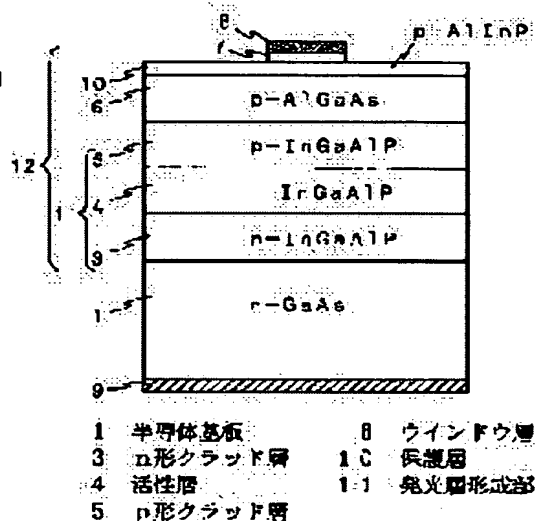
(72)Inventor : HOSOMI CHUKEI
MATSUMOTO YUKIO

(54) SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor light emitting element having a protective layer which does not absorb an emitted light when a light of short wavelength from yellow to green is emitted by using InGaAlP based quaternary system compound semiconductor, is strong to corrosion and has high reliability, on a surface of a semiconductor laminated part, and a manufacturing method of the element.

SOLUTION: A light emitting layer forming part 11 composed of InGaAlP based compound semiconductor is disposed on a semiconductor substrate 1. A window layer 6 composed of Al_zGa_{1-z}As is disposed on the forming part 11. A protective layer 10 composed of Al_uIn_{1-u}P (0.35≤u≤0.5) is disposed on a surface of the window layer 6.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-185756

(P2001-185756A)

(43) 公開日 平成13年7月6日 (2001.7.6)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

デマコト (参考)

B 5 F 0 4 1

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-367727

(22) 出願日 平成11年12月24日 (1999. 12. 24)

(71) 出願人 000116024

ローム株式会社

京都府京都市右京区西院溝崎町21番地

(72) 発明者 細見 忠敬

京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内

(72) 発明者 松本 幸生

京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内

(74) 代理人 100098464

弁理士 河村 洸

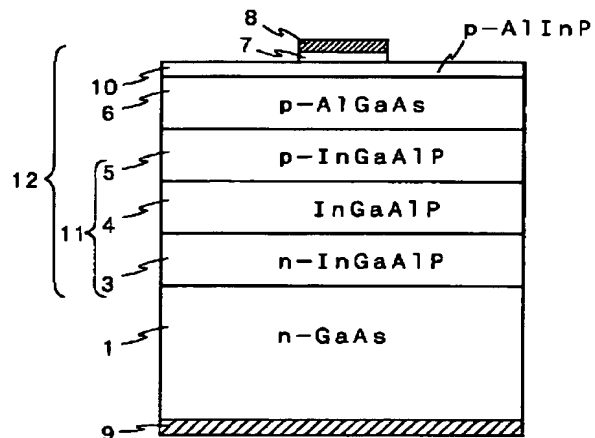
Fターム(参考) 5F041 AA03 AA44 CA34 CA35 CA36
CA65

(54) 【発明の名称】 半導体発光素子およびその製法

(57) 【要約】

【課題】 InGaAlP 系の4元系化合物半導体を用いて黄色から緑色の波長の短い光を発光する場合でも、発光する光を吸収しないと共に、腐食に対して強く信頼性の高い保護層を半導体積層部の表面に有する半導体発光素子およびその製法を提供する。

【解決手段】 半導体基板1の上に InGaAlP 系化合物半導体からなる発光層形成部11が設けられ、さらにその発光層形成部11上に $\text{Al}_u\text{Ga}_{1-u}\text{As}$ からなるウインドウ層6が設けられ、その表面に $\text{Al}_v\text{In}_{1-v}\text{P}$ ($0.35 \leq u \leq 0.5$) からなる保護層10が設けられている。



- | | |
|-----------|-----------|
| 1 半導体基板 | 6 ウインドウ層 |
| 3 n形クラッド層 | 10 保護層 |
| 4 活性層 | 11 発光層形成部 |
| 5 p形クラッド層 | |

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板と、該半導体基板の上に InGaAlP 系化合物半導体からなる発光層形成部と、該発光層形成部上に設けられるウインドウ層と、該ウインドウ層上に設けられる AlInP 系化合物半導体からなる保護層とを有する半導体発光素子。

【請求項2】 前記ウインドウ層が $Al_zGa_{1-z}As$ ($0.5 \leq z \leq 0.8$) からなり、前記保護層が $Al_uIn_{1-u}P$ ($0.35 \leq u \leq 0.51$) からなる請求項1記載の半導体発光素子。

【請求項3】 半導体基板上に InGaAlP 系化合物半導体からなり活性層を該活性層よりバンドギャップの大きい n 形クラッド層および p 形クラッド層により挟持する発光層形成部を MOCVD 法により成長し、該発光層形成部上に AlGaAs 系化合物半導体からなるウインドウ層を MOCVD 法により成長し、ついで、As 抜けを防止しながら AlInP 系化合物半導体からなる保護層を MOCVD 法により成長することを特徴とする半導体発光素子の製法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、InGaAlP 系の 4 元系化合物半導体からなり、黄色から緑色の短い波長の光を発光させる半導体発光素子およびその製法に関する。さらに詳しくは、発光層形成部上に積層される半導体層が発光する光を吸収することなく、しかも耐湿性などに優れ信頼性を向上させることができる半導体発光素子およびその製法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の赤色系の半導体発光素子は、たとえば図2に示されるような構造になっている。すなわち、図2において、n 形 GaAs からなる半導体基板21上に、たとえば n 形の InGaAlP 系の半導体材料からなる n 形クラッド層22、クラッド層よりバンドギャップエネルギーが小さくなる組成の InGaAlP 系の半導体材料からなる活性層23、p 形の InGaAlP 系の半導体材料からなる p 形クラッド層24がそれぞれエピタキシャル成長され、ダブルヘテロ構造の発光層形成部31が形成されている。

【0003】 さらにその表面に AlGaAs 系化合物半導体（たとえば Al の混晶比率 0.7）からなる p 形のウインドウ層（電流拡散層）25 が設けられ、その上にウインドウ層25より Al の混晶比率の小さい AlGaAs 系化合物半導体（たとえば Al の混晶比率 0.5）からなる保護層26が設けられている。そして、その表面の中央部に GaAs からなるコンタクト層27を介して p 側電極28および半導体基板の裏面に n 側電極29が形成されている。この保護層26は、Al の混晶比率の大きい AlGaAs 系化合物半導体が表面に露出していると、外部からの水分などにより Al が腐食しやす

く、信頼性が低下するため、それを防止するために設けられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 赤色から橙色程度の発光色に対しては、前述のように InGaAlP 系の 4 元系化合物半導体により発光層形成部が構成され、緑色系には GaP 系化合物半導体が用いられていた。しかし、GaP 系化合物半導体は結晶性が劣り、結晶性の優れた InGaAlP 系の 4 元系化合物半導体を用いることが現在検討されている。しかし、黄色から緑色系では前述の Al の混晶比率が 0.5 程度の AlGaAs 系化合物半導体では、発光する光を吸収し、外部微分量子効率が低下するという問題がある。

【0005】 一方、表面側のみに保護層として GaP 層を設けることも考えられるが、GaP の格子定数は 0.545 nm 程度で、Al、Ga、As の格子定数 0.566 nm 程度、4 元系化合物半導体および GaAs の格子定数 0.565 nm 程度に比べて、非常に異なり、界面にクラックなどが入ったり、さらに GaP 層の結晶性が低下して、格子欠陥による光の損失が生じるという問題がある。

【0006】 本発明は、このような状況に鑑みてなされたもので、InGaAlP 系の 4 元系化合物半導体を用いて黄色から緑色の波長の短い光を発光する場合でも、発光する光を吸収しないと共に、腐食に対して強く信頼性の高い保護層を半導体積層部の表面に有する半導体発光素子およびその製法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明者らは、InGaAlP 系化合物半導体を用いて黄色や緑色などの波長の短い光を発光する場合に、Al の混晶比を減らした AlGaAs 系化合物半導体では、発光する光を吸収し、ロスが増えることに鑑み、最適な保護層を形成するため、鋭意検討を重ねた。従来緑色の発光に用いられている GaP 層を保護層として使用すれば、腐食性の問題もなく、薄い層の形成でよいと、結晶性の問題もそれほど顕著には現れないが、ウインドウ層の AlGaAs 系化合物半導体層との間の格子定数の差が大きく、その格子歪みにより発光層形成部の半導体層にクラックなどが生じやすくなることが判明した。

【0008】 また、AlGaAs 系化合物半導体層上に P（リン）を含む層を積層するのは、MOCVD 法により成長する場合、AlGaAs 系化合物半導体層の As を蒸発させて欠陥を生じさせやすいと、好ましくないが、本発明者らが鋭意検討を重ねた結果、P を含む層を積層する直前までアルシン（AsH₃）を流すことなどにより、As 抜けを防止しながら AlInP を成長することにより、結晶性よく成長することができることを見出した。そして、保護層として Al_uIn_{1-u}P を用いることにより、u = 0.51 であれば、4 元系化合物半導

体と格子定数を合せることができ、また、 $u=0.35$ 程度にしても緑色である570nm近傍の波長の光に対して殆ど吸収せず、しかも格子定数は0.560nm程度で、格子歪みは殆ど問題なく、光の取り出し効率が高く、信頼性の高い半導体発光素子が得られることを見出した。

【0009】本発明による半導体発光素子は、半導体基板と、該半導体基板の上にInGaAlP系化合物半導体からなる発光層形成部と、該発光層形成部に設けられるウインドウ層と、該ウインドウ層上に設けられるAlInP系化合物半導体からなる保護層とを有している。具体的には、前記ウインドウ層が $Al_xGa_{1-x}As$ ($0.5 \leq x \leq 0.8$)により、前記保護層が $Al_uIn_{1-u}P$ ($0.35 \leq u \leq 0.51$)により形成される。

【0010】この構造にすることにより、AlInP系化合物半導体は、AlGaAs系化合物半導体よりバンドギャップが大きく、Alの混晶比が0.35程度になっても緑色程度の光を吸収することなく透過させる。また、Alの混晶比が0.51のときに4元系化合物半導体と格子定数を一致させることができる関係にあり、0.35程度になっても、格子定数のズレはそれほど大きくなく、格子不整合の問題は発生しない。その結果、光を全然減衰させることなく、水分などの浸入に対して安定した信頼性の高い半導体発光素子となる。

【0011】本発明による半導体発光素子の製法は、半導体基板上にInGaAlP系化合物半導体からなり活性層を該活性層よりバンドギャップの大きいn形クラッド層およびp形クラッド層により挟持する発光層形成部をMOCVD法により成長し、該発光層形成部上にAlGaAs系化合物半導体からなるウインドウ層をMOCVD法により成長し、ついで、As抜けを防止しながらAlInP系化合物半導体からなる保護層をMOCVD法により成長することを特徴とする。なお、As抜けを防止するには、たとえばPを含む層、すなわちAlInP系化合物半導体を堆積する直前まで AsH_3 を流し続けることなどにより達成することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】つぎに、本発明による半導体発光素子について、図面を参照しながら説明をする。本発明による半導体発光素子は、図1にその一実施形態の断面説明図が示されるように、半導体基板1の上にInGaAlP系化合物半導体からなる発光層形成部11が設けられ、さらにその発光層形成部11上にウインドウ層6が設けられ、その表面にAlInP系化合物半導体からなる保護層10が設けられている。具体的には、ウインドウ層6として、 $Al_xGa_{1-x}As$ ($0.5 \leq x \leq 0.8$)が用いられ、保護層7として $Al_uIn_{1-u}P$ ($0.35 \leq u \leq 0.51$)が用いられる。

【0013】発光層形成部11は、たとえば $In_{0.45}(Ga_{1-x}Al_x)_{0.55}P$ ($0.6 \leq x \leq 0.8$ 、たと

えば $x=0.67$)からなるn形クラッド層3が0.1~2μm程度、たとえば570nm程度の発光波長とする $In_{0.45}(Ga_{1-y}Al_y)_{0.55}P$ ($0.2 \leq y \leq 0.3$ 、たとえば $y=0.26$)からなる活性層4が0.1~2μm程度、 $In_{0.45}(Ga_{1-x}Al_x)_{0.55}P$ ($0.6 \leq x \leq 0.8$ 、たとえば $x=0.67$)からなるp形クラッド層5が0.1~2μm程度それぞれ成長されて形成されている。なお、発光層形成部を構成する半導体層は、InGaAlP系化合物半導体に限らず、AlGaAs系化合物半導体など、他の発光色の半導体層を用いることができる。

【0014】この発光層形成部11の表面に、 $Al_zGa_{1-z}As$ ($0.5 \leq z \leq 0.8$)からなるウインドウ層6が1~10μm程度設けられている。また、ウインドウ層6の表面には、 $Al_uIn_{1-u}P$ ($0.35 \leq u \leq 0.51$)からなる保護層10が0.1~1μm程度設けられ、その上にp側電極8の下側のみにGaAsなどからなるコンタクト層7が設けられ、これらにより半導体積層部12が形成されている。

【0015】本発明の半導体発光素子においては、ウインドウ層6の表面に $Al_uIn_{1-u}P$ からなる保護層10が設けられている。すなわち、ウインドウ層6がバンドギャップを大きくするため、Alの混晶比率の大きい半導体により形成されている。そのため、水分などの浸入により腐食されやすい。従来赤色系の半導体発光素子において、このウインドウ層上にAlの混晶比率が0.5程度と小さくした保護層が設けられているものはあるが、前述のように、InGaAlP系化合物半導体を用いて緑色の発光をさせることが検討されており、このような波長の短い発光素子においては、AlGaAsのAlの混晶比率を0.5程度に小さくすると、発光する光を吸収するという問題がある。

【0016】そのため、本発明者らは鋭意検討を重ねた結果、AlInP系化合物半導体を用いることにより、MOCVD法により成長する場合にはウインドウ層のAs抜けなどの問題があるが、それをAlInP系化合物半導体層の成長直前まで AsH_3 を流してAs圧を高くすることなどにより克服し、光の吸収、格子定数の差に伴う格子歪みなどの問題を生じることなく、信頼性を向上させることができる良好な保護層10としたものである。具体的には、 $Al_uIn_{1-u}P$ のAlの混晶比uが0.35以上、0.51以下程度で使用できる。0.35以上であれば570nm程度の波長の光に対しても殆ど発光する光を吸収することがなく（大きくなるほど透明度がよくなる）、また、uが0.51になっても、従来のAlGaAs系化合物半導体を保護層とした場合のAlの混晶比率と同程度で、腐食性は問題にならないからである。さらに、格子定数は0.51のとき4元系化合物半導体と同程度となり、0.35程度でも4元系に対する格子定数のズレは0.9%程度であり、支障なく使

用できる。

【0017】p側電極8は、たとえばAu-Be/Ni/Ti/Auなどを全面に設けた後にパターニングすることにより形成されてもよいし、電極が設けられる部分以外にマスクを設けて、全面に電極材料を被膜してからマスクを除去するリフトオフ法により形成されてもよい。また、GaAsからなる半導体基板1の裏面には、全面にAu-Ge/Ni/Auなどがたとえば0.3μm程度の厚さに設けられ、n側電極9が形成されている。

【0018】本発明の半導体発光素子によれば、ウインドウ層上にAlInP系化合物半導体からなる保護層が設けられているため、たとえばAlの混晶比率が0.35程度であればAl_{0.7}Ga_{0.3}Asと同程度のバンドギャップとなり、殆ど光を吸収しない。また、Alの混晶比率が0.51より小さくなることにより格子定数のズレが生じるが、そのズレは僅かであり、GaPのように大きな格子不整合は生じない。その結果、格子歪みの問題はなく、しかも結晶性がよく透明な半導体層で水分などにも安定な保護層として機能する。

【0019】一方、MOCVD法により半導体層を成長すると、AlGaAs系化合物半導体層を成長した後、AlInP系化合物半導体層を成長すると、その成長用原料ガスの変更の際にガス中のAsがなくなると成長したAlGaAs系化合物半導体層からAsが抜け、その表面を荒らすという問題があるが、Pを含む層を堆積する直前までAsH₃を流すことなどによりこの問題を解決することができた。

【0020】つぎに、この半導体発光素子の製法について説明をする。たとえばn形GaAs基板1をMOCVD（有機金属化学気相成長）装置内に入れ、反応ガスのトリエチルガリウム（TEG）またはトリメチルガリウム（TMG）、アルシン（AsH₃）、トリメチルアルミニウム（TMA）、トリメチルインジウム（TMI）、n形ドーパントとしてのH₂Se、p形層形成の場合はp形ドーパントとしてのジメチル亜鉛（DMZn）の必要なガスをそれぞれ導入し、図1に示されるように、In_{0.49}(Ga_{0.3}Al_{0.7})_{0.51}Pからなるn形クラッド層3を0.1~2μm程度、ノンドープのIn_{0.49}(Ga_{0.75}Al_{0.25})_{0.51}Pからなる活性層4を0.1~2μm程度、In_{0.49}(Ga_{0.3}Al_{0.7})_{0.51}Pからなるp形クラッド層5を0.1~2μm程度、たとえばAl_{0.7}Ga_{0.3}Asからなるp形ウインドウ層6

を1~10μm程度、Al_{0.3}In_{0.65}Pからなる保護層10を0.01~1μm程度、GaAsからなるコンタクト層7を0.2~1μm程度それぞれ連続的に成長する。

【0021】なお、p形ウインドウ層6を成長した後、保護層10を成長する際、前述のように、AlInPを成長する直前までAsH₃を流すことなどにより、AlGaAs系化合物半導体からなるウインドウ層6のAs抜けを防止し、ウインドウ層6の表面を荒らすことはない。

【0022】その後、Au-Be/Ni/Ti/Auなどをリフトオフ法、マスク蒸着、または全面に成膜した後にホトリソグラフィ法によるパターニングにより、p側電極8を形成し、さらに半導体基板1の裏面にAu-Ge/Ni/Auなどを全面に設けてn側電極9を形成し、チップ化することにより図1に示されるLEDチップが得られる。

【0023】

【発明の効果】本発明の半導体発光素子によれば、InGaAlP系化合物半導体を用いた緑色などの波長の短い発光素子でも、表面にAlInP系化合物半導体からなる保護層が設けられているため、発光する光を吸収することなく、しかも発光層形成部などの積層される半導体層と格子定数の差が余りなく、格子不整合の問題も生じない。また、Alの混晶比も小さいため、水分などの腐食に対しても強く、保護層としての機能を充分に発揮する。その結果、外部への光の取り出し効率を向上させながら、信頼性の優れた半導体発光素子が得られる。

【図面の簡単な説明】

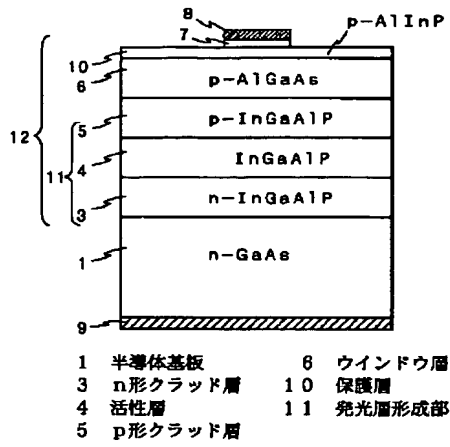
【図1】本発明の一実施形態であるLEDチップの断面説明図である。

【図2】従来のLEDチップの構成例を示す断面説明図である。

【符号の説明】

- 1 半導体基板
- 3 n形クラッド層
- 4 活性層
- 5 p形クラッド層
- 6 ウインドウ層
- 10 保護層
- 11 発光層形成部

【図1】



【図2】

